Les Travaux d'ESPACE (TES)
UMR 7300 CNRS

COMPLEXITE ET MODELISATION

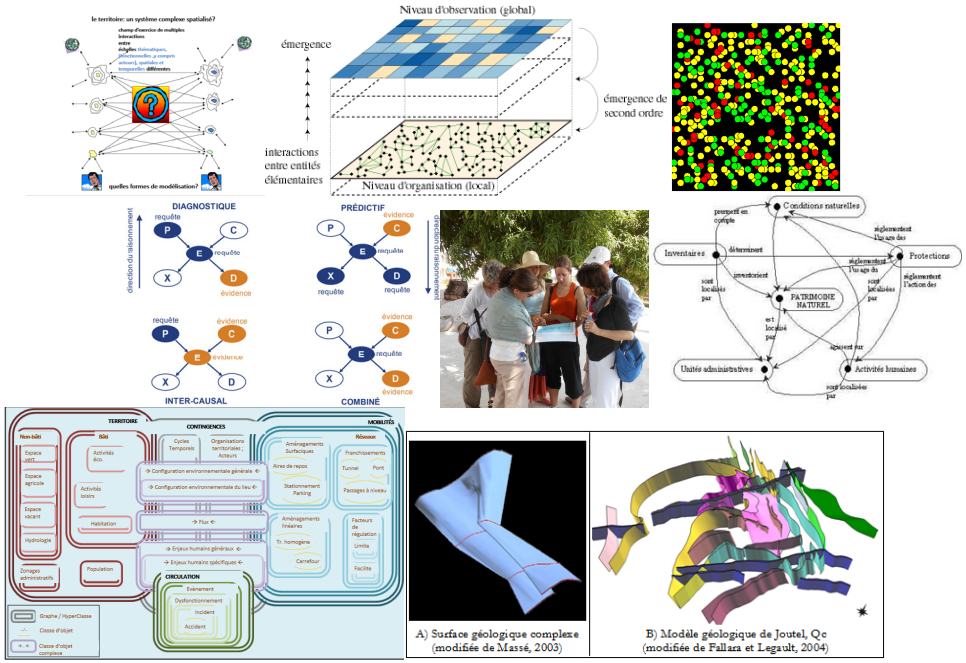
(Les doctorants et les autres)

Le 9 octobre 2015 - MMSH - Aix-en-Provence

Salle Duby

Equipe organisatrice : Killian Arteau (UNS), Maximin Chabrol (UAPV), Karine Emsellem (UNS), Hadrien Fouillade-Orsini (UNS), Marion Le Tyrant (AMU), Romain Louvet (UAPV)

UMR 7300 ESPACE
98, boulevard Edouard Herriot – BP 3209 – 06 204 NICE Cedex
Directrice Christine VOIRON



A) Surface géologique complexe (modifiée de Massé, 2003)

B) Modèle géologique de Joutel, Qc (modifiée de Fallara et Legault, 2004)

Contexte et positionnement dans l'UMR ESPACE

La complexité se manifeste par l'interaction d'un certain nombre d'éléments qui agissent ensemble par l'intermédiaire des relations qui les unissent. Elle émerge de ces interactions et apparaît par différents niveaux d'organisation. Les paradigmes des sciences de la complexité comme l'auto-organisation (Nicolis et Prigogine, 1992), l'émergence et la morphogénèse (Turing, 1952), la bifurcation (Thom, 1972), la criticité (Bak, 1999) et la fractalité (Mandelbrot, 1975) mettent en avant les concepts d'espace, d'échelle, d'interaction, de forme et de structure. De ce point de vue, il est naturel que les géographes se soient emparés de cette approche, y trouvant l'opportunité d'enrichir autant une démarche de théorisation en géographie (Pumain, 1997 ; Dauphiné, 1995, 2003 ; Martin 2008), que des outils de modélisation (Sanders, 1992, 2001 ; Bonnefoy, 2001 ; Frankhauser, 2013). Dans ce cadre, l'analyse spatiale y a trouvé tout sa place puisqu'elle repose sur des méthodes qui modélisent des processus et des structures géographiques éminemment complexes constitués d'interactions spatiales. L'intégration dans les années 1960-1970 de la systémique en géographie, puis l'avènement des outils

informatiques de modélisation et de traitement de l'information géographique ont alimenté un terreau fertile pour l'introduction de la pensée complexe en géographie.
L'UMR ESPACE a toute sa légitimité à s'intéresser à la complexité. Hier, des travaux phares et novateurs se sont portés sur cette thématique, à travers une approche synthétique et transversale (Dauphiné, 2003), une innovation méthodologique (Bonnefoy, 2001) ou encore une perspective formelle (Martin, 2004). Depuis, sans être un axe fédérateur, la complexité est présente dans de nombreuses recherches actuelles de l'UMR, dans tous les sites et dans les axes intersites. Ainsi, les simulations de tout processus géographique, l'optimisation de tout réseau, la mise en évidence de situations auto-organisées, la prise en compte de dimension temporelle future, l'intégration des interactions sociales dans l'espace sont des objets d'étude qui portent leur attention sur la complexité. De même, l'utilisation des SMA, la fouille de données, l'approche fractale, etc. sont des méthodes qui permettent d'étudier la complexité géographique.
Lors des dernières rencontres doctoriales d'octobre 2014, les doctorants de l'UMR ont exprimé le besoin de réfléchir sur cette question de la complexité, même si leur travail de thèse ne porte pas directement sur cette thématique. De manière transversale, la complexité a réuni intérêt et interrogation, nécessitant questionnement et débat : c'est l'objet de ce forum TES.

L'objet de ce forum méthodologique : complexité et modélisation

Portant sur les relations entre « complexité et modélisation », les enjeux scientifiques de ce forum méthodologique sont nombreux et vont laisser la place à différents échanges et formes de présentation.
Comment les règles d'organisation spatiale définies dans le cadre de l'analyse spatiale peuvent-elles générer des phénomènes géographiques complexes ? Comment la complexité peut-elle être modélisée, formalisée, reproduite ? Telles sont les questions posées au sein de l'UMR ESPACE, à propos de cette problématique. Pour y répondre, il est nécessaire de considérer les systèmes spatiaux organisés et récursifs (Pumain, 1998) et de mettre à l'épreuve les règles d'analyse spatiale pour faire apparaître le rôle de la complexité parmi les facteurs d'organisation de l'espace et ainsi comprendre comment une structure spatiale émerge des interactions locales et influe sur le comportement des éléments responsables de ces interactions. Un couplage complexité-analyse spatiale se met alors en place en combinant réflexion, déduction et analogie. On peut alors reconstruire un monde à partir d'hypothèses. « Il faut essayer d'expliquer autre chose que ce que l'on observe, c'est-à-dire faire preuve d'imagination pour essayer d'envisager ce qui pourrait être observable et qui ne s'observe pas. » (Charre, 2000). Il s'agit bien de modéliser la complexité des objets géographiques par une démarche qui lie l'imagination et la déduction, et qui s'ouvre à une finalité opérationnelle. « On peut jouer avec des règles déductives, en s'échappant de la logique de l'explication du monde tel qu'il est, pour l'envisager tel qu'il pourrait être. » (Ellerkamp, 2000).

Plus largement, ce forum a pour objectif de s'interroger sur les relations entre complexité et modélisation, abordées au sein de l'UMR ESPACE, à travers notamment les questions suivantes :

- comment la complexité est-elle abordée dans nos travaux ? quels angles d'attaque ? quelles originalités ? quels apports ?
- quelle modélisation de la complexité est mise en avant et pourquoi ? qu'est-ce qu'une approche modélisatrice apporte, de plus, au traitement de la complexité et pourquoi ?
- quels progrès thématiques ou méthodologiques ont été permis par les recherches sur la complexité ?
- quels sont les intérêts (et les limites) ici d'une démarche interdisciplinaire, souvent présente dans l'UMR ?

L'objectif et l'organisation de ce forum méthodologique

Ce forum méthodologique TES est, à la différence des précédents, conçu par et pour les doctorants. D'une part, les doctorants ont choisi la thématique de ce TES, et une équipe organisatrice a défini la problématique, les ateliers, les enjeux scientifiques et organisera le programme. D'autre part, l'apport scientifique des échanges doit être dirigé vers les doctorants : ce sont eux qui vont présenter leurs travaux et leurs états d'avancements ;ce sont pour eux que doivent être construites les contributions des autres membres de l'UMR. Ceci explique donc le sous-titre de ce forum : « les doctorants et les autres ».

Trois ateliers sont présentés, selon un cheminement logique de recherche. L'atelier n°1 (« Définitions de la complexité en modélisation ») s'interroge sur ce qu'est la complexité dans une démarche de modélisation : quels sont les contenus et les formes de complexité ? où et quand apparaît-elle ? comment la conceptualiser ? L'atelier n°2 va plus loin. Il s'agit de savoir « comment modéliser la complexité ? », à travers le choix des outils, des méthodes, des échelles, et de l'enchainement de tout ceci. Enfin, l'atelier n°3 traite de l'opérationnalité des analyses de complexité, et porte son regard sur les questions de transfert, « d'usages et de limites des modèles de la complexité ».
En outre, la journée sera ponctuée par une séance de discussions autour de posters.

Présence, participation et calendrier

Les Forums Méthodologiques sont ouverts à tous les membres de l'UMR ESPACE, quels que soient leurs statuts. Ils visent avant tout à débattre et à échanger, entre doctorants de l'UMR, et entre doctorants et membres du laboratoire. Chaque participant doit simplement demander un ordre de mission auprès de Sonia IVALDI (sonia.ivaldi@unice.fr) et favoriser au maximum le COVOITURAGE, pour des raisons financières.

Différents types de participation sont envisagées.

En tant que doctorant, 2 possibilités d'intervention sont proposées :

1- Une courte présentation du travail de thèse (15 minutes), qui s'inscrit dans la problématique de l'un des ateliers. On attend environ 3-4 propositions par atelier. Elles donneront lieu aux réactions de l'ensemble des membres de l'UMR.
2- La réalisation d'un poster, soit de positionnement du travail de thèse, soit sur un angle particulier. Ces posters seront installés dans une salle, dans laquelle chaque membre de l'UMR pourra déambuler et inter-agir en face à face avec le doctorant.

En tant qu'autre membre de l'UMR, votre présence est vivement souhaitée pour réagir aux travaux des doctorants. En outre, si vous le souhaitez, vous pouvez également réaliser :

3- Une courte présentation d'un travail de recherche (15 minutes), intégrée aux ateliers. Elle viendra compléter la vision des doctorants.

Pour les membres de l'UMR souhaitant intervenir dans les ateliers, le calendrier d'organisation est le suivant :

1- Envoi avant le 17 juin à Sonia Ivaldi (sonia.ivaldi@unice.fr), un message indiquant une participation de principe, afin qu'elle comptabilise le nombre de participants à cette manifestation pour des raisons financières.
2- Envoi des propositions de communications et de posters (cf. doc ci-dessous) à Karine Emsellem (karine.emsellem@unice.fr) avant lundi 13 juillet 2015
3- Si nécessaire, une sélection des propositions envoyées sera établie de manière à ce que chaque atelier comprenne 4-5 présentations au maximum.
4- Retour d'acceptation des propositions et planning de la journée : lundi 7 septembre 2015

Bibliographie

Bak P., 1999, *Quand la nature s'organise*. Paris, Flammarion.

Bonnefoy J-L., 2001, « Modélisation d'une interaction individus, espace et société par les systèmes multi agents : pâture en forêt virtuelle ». *L'Espace géographique* 1/2001. CNRS, Belin-Reclus.

Bonin O. (2014) *Réflexions sur la complexité en géographie*, 4 p. Consulté le 27 mai 2015. URL : http://www.groupe-dupont.org/ColloqueGeopoint/Geopoint14/Documents/GP14_PropositionsDebat_Web/GP14-A3-2-Bonin.pdf

Callon M., Lascoumes P. Barthe Y, 2001, *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, Paris, Le Seuil (collection "La couleur des idées"), 358 pages

Charre J., 2000, « Le pourquoi et le pourquoi pas » *Géopoint 2000 : l'explication en géographie*, Groupe Dupont, UMR ESPACE.

Dauphiné A., 1995, *Chaos, fractales et dynamiques en géographie*. Montpellier, Reclus Espace mode d'emploi.

Dauphiné A., 2003, *Les théories de la complexité chez les géographes*, Paris, Economica Anthropos.

Ellerkamp Ph., 2000, *Etude de l'extension urbaine autour d'Avignon et de Montpellier de 1936 à 1999 par la simulation de dynamiques spatiales à l'aide de modèles cellulaires d'interaction locale*, Thèse de doctorat, UMR Espace, université d'Avignon.

Frankhauser P., 2013, « La ville fractale – un concept d'aménagement multi-échelle » in : Brun G., *Ville et mobilité - Nouveaux regards de la recherche*. Collection « Méthodes et Approches » du Predit. Economica, pp. 85-99

Mandelbrot B., 1975, *Les objets fractals*. 1ère édition Paris Flammarion.

Martin P, 2004, *Modélisation fractale et structurelle des formes en géographie. Réflexion développée à partir d'exemples karstiques*. Habilitation à diriger les recherches, Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse (UAPV), 3 tomes

Martin Ph., 2008, « Ne faudrait-il pas re-naturaliser la géographie ? » Géopoint 2006 : *Demain la géographie*, Avignon, Groupe Dupont et UMR ESPACE

Morin E., 2014/1990, *La Complexité humaine, Textes choisis*, Champs Flammarion, coll. l'Essentiel

Nicolis G., Prigogine I., 1992, *A la rencontre du complexe*, Paris, Presses Universitaires de France.

Pumain D., 1997, « Pour une théorie évolutive des villes », *L'espace géographique* 2-1997, CNRS, Belin-Reclus.

Pumain D., 1998, « Les modèles d'auto organisation et le changement urbain », *Cahiers de géographie du Québec*, 117/1998.

RIBO Jean Christophe (2014) Les villes du futur (épisode 2) 53 minutes, diffusé le 22 janvier 2015 à 20h50 sur Arte.

Sanders L., 1992, *Systèmes de villes et synergétique*. Paris, Anthropos.
Sanders L., 2001, *Modèles en analyse spatiale*. Paris, Hermes.
Thom R., 1972, *Stabilité structurelle et morphogénèse*. Paris, Inter-éditions.
Turing A., 1952, “The chemical basis of morphogenesis.” *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. B 327, pp. 37–72.

ATELIER 1	Définitions de la complexité en modélisation
Problématique	Qu'est-ce que la complexité dans une démarche de modélisation ? Quels contenus et formes particulières ? Comment la conceptualiser ?
Positionnement	Toute théorie scientifique est le produit d'une abstraction d'une réalité complexe. La Géographie n'échappe pas à cette règle, et a fortiori non plus l'analyse spatiale de part sa finalité nomothétique. La modélisation a été et est toujours un outil puissant d'explication du réel utilisé par l'analyse spatiale dans sa recherche des lois d'organisation de l'espace. Mais cette réduction que la modélisation implique fait l'objet de critique la considérant comme une trop grande simplification. La géographie moderne a alors pris un tournant similaire à l'ensemble des sciences depuis le milieu du XXème siècle, passant du réductionnisme cartésien à la prise en compte de la complexité dans l'explication des phénomènes. De ce fait, les géographes s'appuient désormais souvent sur le concept de complexité et l'ensemble des théories lui étant attaché. Toutefois, la recherche d'une légitimité du discours s'appuyant sur des théories dont les fondements mathématiques sont parfois mal maîtrisés étant malheureusement chose commune parmi les sciences humaines et sociales, il convient donc de se demander ce qui justifie l'utilisation du concept de complexité en géographie. En d'autres termes : pourquoi avons-nous besoin des ces théories ? quelle complexité rencontre la géographie ? Pour cet atelier, on pourra s'appuyer sur les travaux d'André Dauphiné (*Les théories de la complexité en géographie*, 2003), qui définit trois complexités inhérentes à la géographie : complexité due au nombre de composantes du système ; complexité des niveaux spatiaux (échelle) et des niveaux d'organisation ; complexité due à un comportement chaotique. A partir de là, on traitera de ce qui fait complexité dans une problématique géographique, et de ce que l'approche d'analyse spatiale implique comme impératif dans la définition de la complexité.

Possibilités d'interventions	➢ Echelles et complexité ➢ Interactions sociales et interactions spatiales dans la complexité ➢ L'émergence spatiale fait-elle la complexité ? ➢ *(liste non exhaustive, à développer en fonction des préoccupations et des points d'intérêts des participants)*

ATELIER 2	Comment modéliser la complexité ?
Problématique	Face à la complexité, quels choix d'outils, de méthodes, d'échelles ? Quelles complémentarités et quels enchainements méthodologiques ? Qu'est-ce qu'une approche d'analyse spatiale doit intégrer de plus, d'un point de vue méthodologique, pour aborder la complexité ?
Positionnement	En géographie, la modélisation de la complexité a été rendue possible grâce au développement de nouvelles technologies et notamment à la diffusion des ordinateurs. Néanmoins, le soutien des machines électroniques n'a pas résolu en totalité les nouveaux défis posés par la modélisation. Le chercheur a besoin de bases de données fiables, aussi bien d'un point de vue statistique qu'en termes de géoréférencement, sans oublier une bonne maîtrise des logiciels afin d'effectuer les calculs complexes attendus. L'objectif de cet atelier est de s'interroger sur le traitement méthodologique de la complexité. Prenons ici l'exemple des systèmes multi-agents (SMA), qui permettent de programmer la mobilité des individus pour tenter de comprendre les logiques de déplacement dans l'espace, même si cette méthode connait des imperfections (BONIN O. 2014). Un cas concret d'application des SMA concerne le réaménagement de la voirie d'Oxford Circus, à Londres, effectuée dans le but de corriger le cheminement anarchique des piétons au niveau dudit carrefour ce qui perturbait la fluidité du trafic routier à cet endroit (RIBO J.C., 2014). Dans ce cadre, l'intérêt du travail de modélisation consiste à comprendre le fonctionnement de systèmes spatiaux qui, en raison de leur complexité, demeurent difficilement intelligibles sans le recours à la technologie. Ceci afin d'avoir une meilleure connaissance de la réalité et permettre d'apporter des solutions d'aménagement optimales, comme ce fût par exemple le cas lors du réaménagement de la voirie du carrefour londonien d'Oxford Circus. Cet atelier s'interrogera donc sur la manière de traiter de la complexité, et sur l'apport de moyens méthodologiques particuliers.

Possibilités d'interventions	➢ le SMA : une réponse à tout pour la complexité ? ➢ Intégrer l'incertitude dans une fouille de données ➢ Quel apport des réseaux bayésiens dans la complexité ? *(liste non exhaustive, à développer en fonction des préoccupations et des points d'intérêts des participants)*

ATELIER 3	Usages et limites des modèles de la complexité
Problématique	Quels sont les transferts possibles de modèles de la complexité vers la société ? Quelle compréhension ? Quelle utilisation ? Quelle opérationnalisation de la modélisation de ces processus ?
Positionnement	Modéliser la complexité, sous quelque forme que ce soit, n'a pas vocation à contrôler et maîtriser le réel, mais à « traiter avec le réel » (Morin, 2014 (1990)). D'une part, cela suppose d'emblée que la notion d'incertitude fait partie du réel et qu'une connaissance pleine et entière de toute chose est impossible. Mais, la réduction des incertitudes est nécessaire pour faciliter la prise de décision, opérer des choix et agir. En ce sens, les outils de modélisation de la complexité créent du savoir dans le but de faciliter le pouvoir d'agir. D'autre part, à partir du fonctionnement ordinaire d'un système, la modélisation de la complexité produit de l'information et des connaissances pour en saisir les dynamiques et les tendances et décrire ainsi des scénarios prospectifs. Ainsi, la modélisation ne prédit pas ; elle est un outil de prévision pour aider les acteurs à anticiper et optimiser leurs actions dans le moyen et le long terme. Enfin, comment chaque modélisation de la complexité est-elle comprise par la société ? Le développement des sciences et des techniques apporte-t-il nécessairement plus de certitudes à la connaissance, et permet-il de mieux appréhender la complexité ? Les domaines de la santé et de l'environnement offrent de nombreux exemples où l'avenir reste « opaque et menaçant » (Callon, Lascoumes, Barthe, 2001) et où les controverses publiques renforcent la visibilité des incertitudes (émergences des maladies infectieuses telles que Ebola, le SRAS ; débats autour du réchauffement climatique ; controverses autour des OGM,…). Au total donc, l'action et l'anticipation du devenir d'un système ne sont pas nécessairement conditionnées par une connaissance fine et chiffrée des processus en jeu. L'action peut s'engager, y compris dans un contexte incertain.

Possibilités d'interventions	➢ Simplifier la complexité pour l'utiliser ➢ Quand une collectivité territoriale s'interroge sur la complexité… ➢ Au-delà de la cartographie, quelle modélisation simple à comprendre ? ➢ Comment la complexité peut-elle intégrer les savoirs vernaculaires et sociaux ? ➢ Comment la complexité peut elle permettre une véritable concertation entre les acteurs ? *(liste non exhaustive, à développer en fonction des préoccupations et des points d'intérêts des participants)*

Forum Méthodologique : Complexité et modélisation
(Les doctorants et les autres)
Le 9 octobre 2015 – MMSH Aix-en-Provence

Réponse à l'appel à proposition

Nom :
Prénom :
Qualité :
Site de l'UMR :
Téléphone :
E-mail :

Forme de la proposition
□ Communication de 15 minutes
□ Poster

Atelier dans lequel s'inscrit la proposition :
□ Définitions de la complexité en modélisation
□ Comment modéliser la complexité ?
□ Usages et limites des modèles complexes

Titre de la communication ou du poster :

Résumé de la communication ou du poster :

Questions soumises au débat :
1.

2.

3.